

10/501143

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Juli 2003 (17.07.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/058178 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01F 1/698**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/CH03/00005**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
9. Januar 2003 (09.01.2003)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:  
02000767.0 14. Januar 2002 (14.01.2002) **EP**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ABB RESEARCH LTD** [CH/CH]; Affolternstrasse  
52, CH-8050 Zürich (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LUCHSINGER,**

Rolf [CH/CH]; Blindenholzstrasse 25, CH-8610 Uster  
(CH). **MATTER, Daniel** [CH/CH]; Rebmoosweg 29A,  
CH-5200 Brugg (CH). **PRÉTRE, Philippe** [CH/CH];  
Sommerhaldenstrasse 14, CH-5405 Baden-Dättwil (CH).  
**KLEINER, Thomas** [CH/CH]; Steinackerstrasse 5c,  
CH-5442 Fislisbach (CH).

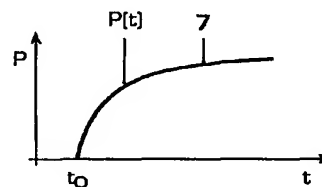
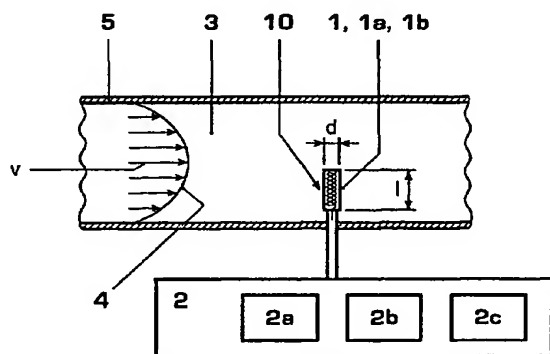
(74) Anwalt: **ABB SCHWEIZ AG**; Intellectual Property (CH-  
LC/IP), Brown Boveri Strasse 6, CH-5400 Baden (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **METHOD FOR THERMAL FLOW MEASUREMENT WITH NON CONSTANT HEATING PULSES**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR THERMISCHEN DURCHFLUSSMESSUNG MIT NICHT KONSTANTEN HEIZPULSEN**



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for thermal measurement of the flow rate (v) of a liquid (3). In known thermal sensors, the heating capacity P is introduced in the form of rectangular pulses. According to the invention, the sensor (1b) is supplied by a heating control (2b) with non-constant heating pulses having a sublinear increase tendency P(t). A non-linear increase in the threshold value time (ts?) can therefore be at least partially compensated as a function of the flow rate (v) until it reaches a threshold value temperature (Ts). Several advantages of the invention are: improved measuring accuracy, reduced measuring time and a larger measuring range for the flow rate (v).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur thermischen Messung der Flussgeschwindigkeit (v) eines Fluids (3). In herkömmlichen thermischen Sensoren wird die Heizleistung P in Form von Rechteckpulsen zugeführt. Erfindungsgemäss werden die Sensormittel (1b) von einer Heizungssteuerung (2b) mit nichtkonstanten Heizpulsen mit einem sublinearen Anstiegsverhalten P(t) versorgt. Dadurch kann ein nichtlineares Verhalten der Schwellwertzeit (ts?) bis zum Erreichen einer Schwellwerttemperatur (Ts) als Funktion der Flussgeschwindigkeit (v) zumindest teilweise kompensiert werden. Vorteile sind eine verbesserte Messgenauigkeit, eine verkürzte Messzeit und ein vergrößerter Messbereich für die Flussgeschwindigkeit v.

WO 03/058178 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## BESCHREIBUNG

### VERFAHREN ZUR THERMISCHEN DURCHFLUSSMESSUNG MIT NICHT KONSTANTEN HEIZPULSEN

#### TECHNISCHES GEBIET

5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Messung von Gas- oder Flüssigkeitsströmungen mit thermischen Sensoren. Sie geht aus von einem Verfahren und einem Sensor zur Massenflussmessung gemäss Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

#### STAND DER TECHNIK

10 In dem U. S. Pat. No. 4,501,145 werden eine gattungsgemässe Methode und Vorrichtung zur thermischen Flussgeschwindigkeitsmessung offenbart. Dabei wird ein Sensor mit einem Heizpuls konstanter Leistung erwärmt, mindestens eine Anstiegszeit bis zum Erreichen einer vorgegebenen Temperaturschwelle gemessen und daraus ein vom Wärmeübergangskoeffizienten abhängiger Fluidparameter wie z. B. die Flussgeschwindigkeit gemessen. Nachteilig ist, dass der Temperaturanstieg mit zunehmender Flussgeschwindigkeit immer undifferenzierter ausfällt und in eine Sättigung kommt, so dass eine ausreichende Messempfindlichkeit nur in einem eingeschränkten Messbereich von Flussgeschwindigkeiten erreicht wird. Zudem müssen die Heizleistung und die Temperaturschwelle sorgfältig aufeinander und auf den gewünschten Flussgeschwindigkeits-Messbereich abgestimmt werden.

30 In der EP 0 180 974 werden ein Verfahren und eine Einrichtung zur Messung von Strömungsgeschwindigkeiten oder Massenflüssen dargestellt. Dabei werden bei konstanter Heizleistung für die instationären Sondentemperaturverläufe strömungsabhängige Kennlinienfelder bestimmt und auf die

Flussgeschwindigkeit geschlossen, indem Temperaturen zu vorgegebenen Zeitpunkten oder Zeitintervalle bis zum Erreichen vorgegebener Temperaturschwellwerte gemessen werden. Nachteilig ist, dass der Flussgeschwindigkeits-  
5 Messbereich aufgrund der wiederum abnehmenden Temperaturauflösung bei hohen Flussgeschwindigkeiten auf die auswertefähigen Bereiche der Kennlinienfelder beschränkt ist.

### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren  
10 und eine Vorrichtung zur gepulsten Massenflussmessung mit einer verbesserten Messempfindlichkeit in einem vergrößerten Messbereich anzugeben. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

15 In einem ersten Aspekt besteht die Erfindung in einem Verfahren zum Messen einer Flussgeschwindigkeit oder eines Massenflusses eines Fluids, insbesondere zum Messen von Heisswasserbezug im privaten, öffentlichen oder industriellen Bereich, bei welchem das Fluid über ein Sensorelement geführt wird, welches ein Heizmittel zur Temperaturänderung und ein Sensormittel zur Bestimmung seiner Temperatur aufweist, wobei mindestens zeitweise das Heizmittel mit einer Heizleistung in Form von Heizpulsen betrieben wird und eine strömungsabhängige Schwellwertzeit  
20 bis zum Erreichen eines vorgegebenen Temperaturschwellwerts am Sensormittel gemessen wird, wobei während zumindest einiger der Heizpulse eine nichtkonstante Heizleistung mit einem im wesentlichen sublinearen Anstiegsverhalten als Funktion der Zeit zur zumindest teilweisen  
25 Kompensation eines nichtlinearen Verhaltens der Schwellwertzeit als Funktion der Flussgeschwindigkeit gewählt wird. Ein sublineares Anstiegsverhalten bedeutet, dass während eines Heizpulses die Heizleistung eine Funktion der Zeit mit einer monoton abnehmenden ersten Zeitableitung  
30 tung ist. Im wesentlichen sublinear bedeutet, dass kurz-

35

fristige Abweichungen hiervon, z. B. eine kurzfristige zunehmende Zeitableitung, tolerabel ist, sofern das Anstiegsverhalten global, d. h. bei Bildung abschnittsweiser Mittelwerte über den gesamten Heizpuls, sublinear bleibt und eine von Abschnitt zu Abschnitt abnehmende erste Zeitableitung aufweist. Eine solcherart abflachende Zunahme der Heizpulsleistung führt zu dem gewünschten Effekt, dass sowohl niedrige als auch hohe Flussgeschwindigkeiten mit einer grossen Genauigkeit und zugleich relativ kurzen Messdauer bestimmt werden können. Mit dem Verfahren kann also der Messbereich erweitert, die Messgenauigkeit erhöht, die Messzeit verkürzt und bei Bedarf die Messrepetitionsrate erhöht werden. Darüberhinaus ist eine Anpassung der Heizleistung an die Temperaturschwelle oder den Flussgeschwindigkeits-Messbereich nicht erforderlich oder unkritisch, da die Temperaturschwelle in jedem Fall wegen der Zunahme der Heizleistung erreicht wird.

In einem ersten Ausführungsbeispiel wird das Anstiegsverhalten als Funktion der Zeit und gegebenenfalls der zu messenden Flussgeschwindigkeit selber so variiert, dass die Schwellwertzeit zumindest näherungsweise, d. h. insbesondere zumindest an diskreten Flussgeschwindigkeitswerten, eine lineare Funktion der Flussgeschwindigkeit ist. Durch die Linearität wird eine über den gesamten Flussgeschwindigkeits-Messbereich im wesentlichen gleichbleibende Messempfindlichkeit erreicht. Dabei sind kleinere lokale Abweichungen von der Linearität tolerabel. Die lineare Messcharakteristik wird gegebenenfalls zumindest punktweise über den gesamten Messbereich dadurch erreicht, dass für unterschiedliche Flussgeschwindigkeits-Teilmessbereiche ein angepasstes Anstiegsverhalten der Heizpulsleistung verwendet wird.

Im Ausführungsbeispiel gemäss Anspruch 4 wird ein solches angepasstes Anstiegsverhalten durch den flussgeschwindigkeitsabhängigen Amplitudenfaktor erreicht. Dadurch wird eine lineare Charakteristik der Schwellwertzeit als Funktion der Flussgeschwindigkeit zumindest punktweise und un-

abhängig vom ersten thermischen Übergangswiderstand zwischen Heizmittel und Sensorelement-Oberfläche realisiert.

Das Ausführungsbeispiel gemäss Anspruch 3 hat den Vorteil einer besonders einfachen und einfach implementierbaren  
5 Zeitabhängigkeit des Anstiegsverhaltens der Heizleistung. Diese Zeitabhängigkeit ist insbesondere zur um so besseren Linearisierung der Schwellwertzeit als Funktion der Flussgeschwindigkeit geeignet, je kleiner der erste thermische Übergangswiderstand gewählt wird.

10 Das Ausführungsbeispiel gemäss Anspruch 5 hat den Vorteil, dass für eine einfache zylindrische Form des Sensorelements eine exakte Strömungsabhängigkeit des zweiten thermischen Übergangswiderstands angegeben werden kann.

15 Die Ausführungsbeispiele gemäss Ansprüchen 6 und 7 haben den Vorteil, dass das implizite Probleme der Abhängigkeit der Heizleistung von der zu messenden Grösse einfach und zuverlässig durch vorgängig bestimmte Kalibrationskurven und durch Abschätzung oder a priori Kenntnis der mutmasslichen Flussgeschwindigkeit gelöst wird.

20 Das Ausführungsbeispiel gemäss Anspruch 8 hat den Vorteil, dass bei vernachlässigbarem ersten thermischen Übergangswiderstand der lineare Zusammenhang zwischen Schwellwertzeit und Flussgeschwindigkeit über den gesamten Flussgeschwindigkeits-Messbereich gültig und exakt berechenbar  
25 ist.

In einem zweiten Aspekt besteht die Erfindung in einem Massenflusssensor zum Ermitteln einer Flussgeschwindigkeit oder eines Massenflusses eines Fluids gemäss dem zuvor beschriebenen Verfahren. Der Sensor umfasst ein Sensor-  
30 element mit einem Heizmittel und einem Sensormittel zur thermischen Messung in einem Fluid und eine Steuer- und Auswerteeinheit mit einer Heizungssteuerung zur Erzeugung von Heizpulsen für das Heizmittel und einer Messeinrichtung zur Auswertung der thermischen Messung und zur Be-  
35 stimmung einer Flussgeschwindigkeit oder eines Massenflusses aus einer strömungsabhängigen Schwellwertzeit bis zum

Erreichen eines vorgegebenen Temperaturschwellwerts am Sensormittel, wobei die Heizungssteuerung Mittel zur Erzeugung einer nichtkonstanten Heizleistung mit einem im wesentlichen sublinearen Anstiegsverhalten als Funktion der Zeit umfasst und die Steuer- und Auswerteeinheit Mittel zur zumindest teilweisen Kompensation eines nicht-linearen Verhaltens der Schwellwertzeit als Funktion der Flussgeschwindigkeit aufweist.

Die Ausführungsbeispiele gemäss Ansprüchen 10 und 11 haben den Vorteil einer besonders einfachen und genauen Sensorsteuerung und Messwerterfassung.

Weitere Ausführungen, Vorteile und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus abhängigen Ansprüchen sowie aus der nun folgenden Beschreibung und den Figuren.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Es zeigen:

Fig. 1 im Querschnitt ein durchströmtes Rohr oder einen Strömungskanal mit einem erfindungsgemässen Massenflusssensor für einen Betrieb mit nicht rechteckförmigen Heizpulsen;

Fig. 2a, 2b, 2c, 2d einen gepulsten Betrieb eines Massenflusssensors mit rechteckförmigen Heizpulsen gemäss Stand der Technik;

Fig. 3a, 3b, 3c einen gepulsten Betrieb eines Massenflusssensors mit erfindungsgemässen, nicht rechteckförmigen Heizpulsen; und

Fig. 4 eine Schar von Kalibrationskurven der Schwellwertzeit als Funktion der Flussgeschwindigkeit für drei strömungsabhängige Heizleistungen.

In den Figuren sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

## WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Fig. 1 zeigt einen thermischen Massenflusssensor 1, 2, der ein in einem Strömungskanal oder Rohr 4 angeordnetes Sensorelement 1 und eine Steuer- und Auswerteeinheit 2 umfasst. Im Rohr 4 strömt ein Fluid 3, z. B. eine Flüssigkeit 3 oder ein Gas 3, mit einem Strömungs- oder Geschwindigkeitsprofil 5. Das Sensorelement 1 ist einer zu messenden Strömungsgeschwindigkeit  $v$  ausgesetzt. Das Sensorelement 1 weist ein Heizmittel 1a zur Temperaturänderung und ein Sensormittel 1b zur Bestimmung seiner Temperatur auf.

Gemäss Fig. 2a-2d ist es bekannt, das Heizmittel 1a mit einer Heizleistung  $P$  in Form konstanter Heizpulse 6 zu betreiben, eine strömungsabhängige Temperaturänderung  $T$  am Sensorelement 1 zu messen und daraus - bei gegebener konstanter, d. h. rechteckförmiger Heizleistung - auf die Flussgeschwindigkeit  $v$  oder den Massenstrom zu schliessen. Statt Temperaturen  $T$  bei einer fixen Messzeit  $t$  können auch strömungsabhängige Schwellwertzeiten  $t_s$  bis zum Erreichen eines vorgegebenen Temperaturschwellwerts  $T_s$  ausgewertet werden. In Fig. 2b sind beispielhaft zwei zeitabhängige Temperaturverläufe  $T(t)$  für zwei Flussgeschwindigkeiten  $v_a < v_b$  dargestellt. Fig. 2c zeigt die resultierende Messkurve oder Charakteristik der Temperatur zu einem bestimmten Zeitpunkt als Funktion der Flussgeschwindigkeit  $T(v)$ , die eine stark abnehmende Messempfindlichkeit für zunehmende Flussgeschwindigkeiten  $v$  aufweist. Dadurch werden die Messgenauigkeit und der Messbereich auf sehr unvorteilhafte Weise eingeschränkt. Fig. 2d zeigt das entsprechende, stark nichtlineare Verhalten der thermischen Messung der Schwellwertzeit  $t_s$  als Funktion der Flussgeschwindigkeit  $v$ . Die nichtlineare  $t_s(v)$ -Charakteristik hat mehrere Nachteile. Bei kleinen Flussgeschwindigkeiten  $v$  ist die Messempfindlichkeit gering. Bei hohen Flussgeschwindigkeiten  $v$  kann von der theoretisch hohen Messempfindlichkeit nicht profitiert werden, weil die Schwell-

wertzeiten  $t_s$  nur mit grosser Unsicherheit aus den flachen, schleifenden Schnittpunkten zwischen dem Temperaturanstieg  $T(t)$  und der Schwellwerttemperatur  $T_s$  bestimmbar sind. Ausserdem ist die Festlegung der Schwellwerttemperatur  $T_s$  sehr kritisch. Wenn  $T_s$  niedrig gewählt wird, werden die Schwellwertzeiten  $t_s$  kurz und entsprechend wird  $t_s(v)$  sehr flach und die Messauflösung für kleine  $v$  wird schlecht. Wenn  $T_s$  hoch gewählt wird, setzt die nichtlineare, überproportionale Zunahme von  $t_s(v)$  schon bei kleinen Geschwindigkeiten  $v$  ein und zeigt wegen der flachen Schnittpunkte einen steilen Anstieg. Im schlimmsten Fall wird  $T_s$  nicht erreicht und die Flussgeschwindigkeit  $v$  ist nicht mehr messbar. Auch im zulässigen Messbereich für  $v$  ist eine subtile Wahl und gegebenenfalls wiederholte Anpassung von  $T_s$  erforderlich, um einen nützlichen Messbereich mit einer auswertbaren Messcharakteristik  $t_s(v)$  zu erhalten.

In Fig. 3a-3c wird das erfindungsgemässe Verfahren erläutert. Zum Zeitpunkt  $t_0$  wird ein zeitabhängiges und gegebenenfalls vom gewählten Flussgeschwindigkeitsbereich abhängiges Heizleistungssignal  $P(t)$  gestartet und gemäss einem nicht rechteckförmigen, sublinearen Anstiegsverhalten  $P(t)$  erhöht. Derartige Heizpulse 7 werden dem Heizmittel 1a zumindest von Zeit zu Zeit zugeführt (nicht dargestellt). Bevorzugt werden die strömungsabhängigen Zeiten  $t_1$ ,  $t_2$  bis zum Erreichen eines vorgebbaren Temperaturschwellwerts  $T_s$  gemessen und daraus die strömungsabhängigen Schwellwertzeiten  $t_s=t_1-t_0$  für  $v_a$  und  $t_s=t_2-t_0$  für  $v_b$  bestimmt. Im Gegensatz zu Fig. 2c ist  $t_s(v)$  eine monoton steigende Funktion. Aufgrund der erfindungsgemässen Abflachung des Anstiegsverhaltens  $P(t)$  kann nun das störende Sättigungsverhalten in  $T(t)$  (Fig. 2c) oder das störende nichtlineare Verhalten in  $t_s(v)$  (Fig. 2d) weitgehend kompensiert werden und eine über einen weiten Messbereich von Flussgeschwindigkeiten  $v$  nützliche, gut auswertbare Messfunktion  $t_s(v)$  erhalten werden. Aufgrund des erweiterten Messbereichs ist der Massen- oder Flussgeschwindigkeitssensor besonders zum

Messen von Heisswasserbezug im privaten, öffentlichen oder industriellen Bereich geeignet.

Im Folgenden wird eine detailliertere Analyse für eine optimale Gestaltung der Heizleistungspulse 7 gegeben. In einem einfachen thermischen Modell besitzt das Sensorelement 1 eine Wärmekapazität  $C_s$ , einen ersten thermischen Übergangswiderstand  $R_s$  zwischen dem Heizmittel 1a und einer Oberfläche 10 des Sensorelements 1 und einen zweiten thermischen Übergangswiderstand  $R_I = (h \cdot A)^{-1}$  zwischen der Oberfläche 10 des Sensorelements 1 und dem Fluid 3, wobei  $h$  ein strömungsabhängiger Wärmeübergangskoeffizient zwischen dem Sensorelement 1 und dem Fluid 3 und  $A$  eine Kontakt- oberfläche zwischen dem Sensorelement 1 und dem Fluid 3 ist. Gemäss VDI-Wärmeatlas (VDI-Richtlinien 3522, VDI- Handbuch Messtechnik I, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1987) ist für ein zylinderförmiges, seitlich angeströmtes Sensorelement 1 mit Durchmesser  $d$  der Wärmeübergangskoeffizient  $h$  gegeben durch die Gleichung

$$h = (\lambda/d) \cdot 1,11 \cdot C \cdot Pr^{0,31} \cdot Re^m, \quad (G1)$$

wobei  $\lambda$  eine Wärmeleitfähigkeit des Fluids 3 ist,  $C$  ein Parameter und  $m$  ein Exponent ist, die beide von einer Reynoldszahl  $Re$  des Fluids 3 abhängen, und  $Pr$  eine Prandtlzahl des Fluids 3 ist. Mit  $Pr = \eta \cdot c_p / \lambda$ , wobei  $\eta$  = eine dynamische Viskosität des Fluids 3 und  $c_p$  = eine spezifische Wärme des Fluids 3, und  $Re = \rho \cdot d \cdot v / \eta$ , wobei  $\rho$  = eine Dichte und  $v$  = eine Flussgeschwindigkeit des Fluids 3, ist  $h$  proportional zu  $v^m$  und es gilt

$$R_I = \gamma \cdot v^{-m}, \quad (G2)$$

wobei  $\gamma = d / (A \cdot \lambda \cdot 1,11 \cdot C \cdot Pr^{0,31} \cdot (\rho \cdot d / \eta)^m)$  eine Konstante ist. Für die Reynoldszahl-abhängigen Parameter  $C$  und  $m$  können tabellierte Werte verwendet werden, z. B.  $C = 0,615$  und  $m = 0,466$  für Reynoldszahlen zwischen 40 und 4000, die einen laminaren Fluss des Fluids 3 charakterisieren.

Im folgenden sei ein numerisches Beispiel für Wasser bei Raumtemperatur angegeben:  $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$ ,  $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ ,

$\lambda=0,598 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  und  $c_p=4182 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ . Dann ist  $Pr=6,993$  und für  $d=1,9 \text{ mm}$  wird  $Re=1897\cdot v$ . Für Geschwindigkeiten  $v$  zwischen  $0,02 \text{ m/s}$  und  $2 \text{ m/s}$  nehmen die Parameter  $C$  und  $m$  die Werte  $C=0,615$  und  $m=0,466$  an. Dies führt zu Wärmeübergangskoeffizienten  $h$  zwischen  $2140 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$  bei  $v=0,02 \text{ m/s}$  und  $18270 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$  bei  $v=2 \text{ m/s}$  und entsprechenden zweiten thermischen Übergangswiderständen  $R_I=6,5 \text{ K/W}$  bei  $v=0,02 \text{ m/s}$  und  $R_I=0,7 \text{ K/W}$  bei  $v=2 \text{ m/s}$  für ein Sensorelement 1 der Länge  $l=12 \text{ mm}$ .

- 10 Mit einem zeitabhängigen und geschwindigkeitsabhängigen Anstiegsverhalten  $P(t)$  der Heizleistung gemäss der Gleichung

$$P(t) = P_0 \cdot (1+R_S/R_I)^{-1} \cdot t^\alpha, \quad (G3)$$

- wobei  $P_0$ =ein Heizleistungsfaktor und  $\alpha$ =ein Exponent des Anstiegsverhaltens  $P(t)$  ist, kann das zuvor genannte nichtlineare, insbesondere überproportionale Verhalten der Messcharakteristik  $t_s(v)$  näherungsweise kompensiert oder sogar die Messcharakteristik  $t_s(v)$  zumindest abschnittsweise oder an Stützstellen punktweise linearisiert werden.
- 20 Insbesondere gilt für Messzeiten oder Schwellwertzeiten  $t_s > \tau$ , insbesondere  $t_s > 10 \cdot \tau$ , mit  $\tau = C_S \cdot R_S$

$$T(t) = P_0 \cdot t^\alpha \cdot R_I + T_F, \quad (G4)$$

- wobei  $T_F$  die ungestörte Fluidtemperatur bezeichnet. Das gleiche Aufwärmverhalten  $T(t)$  wird in der Näherung  $R_S < R_I$ , insbesondere  $R_S/R_I < 0,1$  und besonders bevorzugt  $R_S/R_I < 0,01$ , mit einer geschwindigkeitsunabhängigen Heizpulsleistung  $P(t) = P_0 \cdot t^\alpha$  erhalten.

Mit einer Wahl des Heizleistungsexponenten  $\alpha=m$  gilt dann

$$T(t) = P_0 \cdot \gamma \cdot (t/v)^m + T_F \quad (G5)$$

- 30 und die Schwellwertzeit  $t_s$  für einen gegebenen Temperaturschwellwert  $T_s$  ist durch die Gleichung

$$t_s(v) = (T_s - T_F)^{1/m} \cdot (P_0 \cdot \gamma)^{-1/m} \cdot v \quad (G6)$$

gegeben. Die Messdauer oder Schwellwertzeit  $t_s$  ist also eine lineare Funktion der zu bestimmenden Flussgeschwin-

digkeit  $v$ , wie in Fig. 3c dargestellt, wenn der Heizleistungsexponent  $\alpha$  gleich dem Geschwindigkeitsexponenten  $m$  des Wärmeübergangskoeffizienten  $h$  ist und insbesondere wenn der erste thermische Übergangswiderstand  $R_s$  des Sensorelements 1 vernachlässigbar klein ist gegenüber dem zweiten thermischen Übergangswiderstand  $R_I$  zum Fluid 3. Letztere Bedingung ist erfüllt, wenn  $R_s/R_I < 1$ , vorzugsweise  $R_s/R_I < 0,1$  und besonders bevorzugt  $R_s/R_I < 0,01$  ist.

Es wird also mit Vorteil das Anstiegsverhalten  $P(t)$  proportional zu  $t^m$  gewählt wird, wobei der Exponent  $m$  kleiner als 1 gewählt wird, insbesondere  $m \leq 0,5$  und besonders bevorzugt  $m = 0,466$  für eine Reynoldszahl zwischen 40 und 4000. Der Heizleistungsexponent  $\alpha$  kann auch nur näherungsweise gleich  $m$  gewählt werden, d. h.  $\alpha \approx m$ , um die gewünschte, zumindest näherungsweise Kompensation des nicht-linearen Verhaltens von  $t_s(v)$  bei hohen Flussgeschwindigkeiten  $v$  zu erreichen.

Es wird ferner mit Vorteil das Anstiegsverhalten  $P(t)$  proportional zu einem zeitunabhängigen Amplitudenfaktor  $(1 + R_s/R_I)^{-1}$  gewählt.

Im allgemeinen Fall wird die Heizleistung gemäss Gleichung (G3) via  $R_I$  auch in Abhängigkeit der zu messenden Flussgeschwindigkeit oder des mutmasslichen Messbereichs der zu messenden Flussgeschwindigkeit  $v$  variiert, und zwar so, dass wiederum eine lineare Beziehung zwischen der Schwellwertzeit  $t_s$  und der Flussgeschwindigkeit  $v$  gegeben ist. Diese lineare Beziehung ist auch dann unabhängig von  $R_s$ , wenn  $R_s$  einen nicht vernachlässigbaren Wert gegenüber  $R_I$  annimmt.

In diesem Fall ist dem Messvorgang eine Kalibration und Auswahl einer passenden Kalibrationskurve 8 gemäss Fig. 4 vorgeschaltet. In einem ersten Verfahrensschritt werden diskrete Werte der Flussgeschwindigkeit  $v_i$  gewählt und zugehörige Anstiegsverhalten  $P_i(t)$  der Heizleistung bestimmt, wobei  $i = 1, 2, 3, \dots$  ein Index ist. In einem zweiten Verfahrensschritt werden eine Schar von Kalibrationskurven

8 der Schwellwertzeit  $t_s$  als Funktion der Flussgeschwindigkeit  $v$  für die Anstiegsverhalten  $P_i(t)$  bestimmt. In einem dritten Verfahrensschritt wird aufgrund einer zuvor gemessenen Flussgeschwindigkeit oder aufgrund von a priori  
5 Information über die mutmassliche Flussgeschwindigkeit eine nach Massgabe einer gewünschten Messgenauigkeit für die Flussgeschwindigkeit  $v$  und einer gewünschten Messdauer  $t_s$  bevorzugte Kalibrationskurve 8 ausgewählt und zur Bestimmung der Flussgeschwindigkeit  $v$  verwendet oder es wird  
10 ausgehend von der Kalibrationskurve 8 zum niedrigsten Flussgeschwindigkeitswert  $v_{i-1}$  sukzessive aufsteigend zu höheren Flussgeschwindigkeitswerten  $v_{i+1}$  oder durch Abschätzung in einem Schritt eine nach Massgabe einer gewünschten Messgenauigkeit für die Flussgeschwindigkeit  $v$   
15 und einer gewünschten Messdauer  $t_s$  bevorzugte Kalibrationskurve 8 bestimmt und zur Bestimmung der Flussgeschwindigkeit  $v$  verwendet.

Dieses stufenweise Vorgehen ist in Fig. 4 für drei Kalibrationskurven 8 gezeigt, die mit drei Heizleistungskurven  
20  $P_1(t)$  bei  $v_1=0,25$  m/s,  $P_2(t)$  bei  $v_2=1$  m/s und  $P_3(t)$  bei  $v_3=2$  m/s gewonnen wurden. Durch die Kalibrationskurven 8 ist zumindest punktweise eine lineare Messcharakteristik  $t_s(v)$  gegeben. Dabei wurden typische Werte von  $R_s \approx 35$  W/K und  $R_f \approx 5$  W/K angenommen. Selbst bei einer solcherart un-  
25 vorteilhaften Grössenverteilung der thermischen Übergangswiderstände, nämlich  $R_s \gg R_f$ , kann mit dem erfindungsgemässen Verfahren noch eine genaue und schnelle Messung in einem grossen Flussgeschwindigkeits-Messbereich durchgeführt werden. Prinzipiell können auch mit der Kalibrationskurve  
30 zu  $v_3=2$  m/s noch sehr kleine Flussgeschwindigkeiten  $v < 1$  m/s gemessen werden. Durch das erfindungsgemässe Verfahren können jedoch die Messdauer  $t_s$  wesentlich verkürzt und der Heizenergiebedarf entsprechend gesenkt werden.

Mit Vorteil werden eine Anzahl und Verteilung der Kalibrationskurven 8 nach Massgabe einer gewünschten Messauflö-  
35 sung und eines gewünschten Messbereichs der Flussgeschwindigkeit  $v$  gewählt.

Fig. 1 zeigt die Vorrichtung zur Ausführung des oben dargestellten Verfahrens. Hierbei bezeichnet 2a eine Heizungssteuerung zur Erzeugung von Heizpulsen 7 für das Heizmittel 1a und 2b eine Messeinrichtung zur Auswertung  
5 der thermischen Messung und zur Bestimmung einer Flussgeschwindigkeit  $v$  oder eines Massenflusses aus einer strömungsabhängigen Schwellwertzeit  $t_s$  bis zum Erreichen eines vorgegebenen Temperaturschwellwerts  $T_s$  am Sensormittel 1b. Erfindungsgemäss umfasst die Heizungssteuerung 2b Mittel  
10 zur Erzeugung einer nichtkonstanten Heizleistung  $P$  mit einem im wesentlichen sublinearen Anstiegsverhalten  $P(t)$  als Funktion der Zeit  $t$  und weist die Steuer- und Auswerteeinheit 2 Mittel zur zumindest teilweisen Kompensation eines nichtlinearen Verhaltens der Schwellwertzeit  $t_s$  als Funk-  
15 tion der Flussgeschwindigkeit  $v$  auf.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst die Steuer- und Auswerteeinheit 2 Hardware und/oder Software zur Erzeugung eines Anstiegsverhaltens  $P(t)$  proportional zu  $t^m$  und/oder zu einem zeitunabhängigen Amplitudenfaktor  
20  $(1+R_s/R_I)^{-1}$ . Ferner kann die Steuer- und Auswerteeinheit 2 Kalibrationsmittel 2c zur Ausführung des ersten und zweiten Verfahrensschritts des oben dargestellten Kalibrationsvorgangs aufweisen. Vorzugsweise weist das Sensorelement 1 einen elektrischen Heizdraht 1a, 1b mit einem temperaturabhängigen Widerstand auf, der zugleich als Heizmittel  
25 1a und als Sensormittel 1b betreibbar ist.

Das erfindungsgemässe Verfahren und die Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens sind für beliebige Fluide 3, insbesondere für Flüssigkeiten 3 oder Gase 3, geeignet.

## BEZUGSZEICHENLISTE

	1	Sensorelement
	1a	Heizmittel
	1b	Sensormittel
5	2	Steuer- und Auswerteeinheit
	2a	Heizungssteuerung
	2b	Messeinrichtung
	2c	Kalibrationsmittel
	1, 2	Flussgeschwindigkeitssensor, Massenflusssensor
10	3	Fluid; Flüssigkeit, Gas
	4	Strömungsprofil
	5	Strömungskanal, Rohr
	6	rechteckförmiger konstanter Heizpuls (Stand der Technik)
15	7	sublinearer nichtkonstanter Heizpuls
	8	Kalibrationskurven
	10	Oberfläche des Sensorelements
	P	Heizleistung
20	$P(t), P_i(t)$	Anstiegsverhalten
	T	Temperatur
	$T_s$	Schwellwerttemperatur
	$T_F$	ungestörte Fluidtemperatur
	t	Zeit, Zeitvariable
25	$t_0, t_1, t_2$	Zeitpunkte
	$t_s$	Schwellwertzeit
	v, $v_i$	Flussgeschwindigkeit

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Messen einer Flussgeschwindigkeit ( $v$ ) oder eines Massenflusses eines Fluids (3), insbesondere zum Messen von Heisswasserbezug im privaten, öffentlichen oder industriellen Bereich, bei welchem das Fluid (3) über ein Sensorelement (1) geführt wird, welches ein Heizmittel (1a) zur Temperaturänderung und ein Sensormittel (1b) zur Bestimmung seiner Temperatur aufweist, wobei mindestens zeitweise das Heizmittel (1a) mit einer Heizleistung ( $P$ ) in Form von Heizpulsen betrieben wird und eine strömungsabhängige Schwellwertzeit ( $t_s$ ) bis zum Erreichen eines vorgegebenen Temperaturschwellwerts ( $T_s$ ) am Sensormittel (1b) gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, dass während zumindest einiger der Heizpulse (7) eine nichtkonstante Heizleistung ( $P$ ) mit einem im wesentlichen sublinearen Anstiegsverhalten ( $P(t)$ ) als Funktion der Zeit ( $t$ ) zur zumindest teilweisen Kompensation eines nichtlinearen Verhaltens der Schwellwertzeit ( $t_s$ ) als Funktion der Flussgeschwindigkeit ( $v$ ) gewählt wird.
2. Das Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anstiegsverhalten ( $P(t)$ ) als Funktion der Zeit ( $t$ ) und gegebenenfalls der zu messenden Flussgeschwindigkeit ( $v$ ) selber so variiert wird, dass die Schwellwertzeit ( $t_s$ ) eine lineare Funktion der Flussgeschwindigkeit ( $v$ ) zumindest an diskreten Flussgeschwindigkeitswerten ( $v_i$ ) ist.
3. Das Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Anstiegsverhalten ( $P(t)$ ) proportional zu  $t^m$  gewählt wird, wobei  $m$ =ein von einer Reynoldszahl des Fluids (3) abhängiger Exponent kleiner als 1 ist, insbesondere  $m \leq 0,5$  und besonders bevorzugt  $m=0,466$  für eine Reynoldszahl des Fluids (3) zwischen 40 und 4000.

4. Das Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Anstiegsverhalten ( $P(t)$ ) proportional zu einem zeitunabhängigen Amplitudenfaktor  $(1+R_S/R_I)^{-1}$  gewählt wird, wobei  $R_S$ =ein erster thermischer Übergangswiderstand zwischen dem Heizmittel (1a) und einer Oberfläche (10) des Sensorelements (1) und  $R_I=(h \cdot A)^{-1}$  ein zweiter thermischer Übergangswiderstand zwischen der Oberfläche (10) des Sensorelements (1) und dem Fluid (3), wobei  $h$ =ein strömungsabhängiger Wärmeübergangskoeffizient zwischen dem Sensorelement (1) und dem Fluid (3) und  $A$ =eine Kontakt-oberfläche zwischen dem Sensorelement (1) und dem Fluid (3) ist.
5. Das Verfahren nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein zylinderförmiges, von dem Fluid (3) transversal angeströmtes Sensorelement (1) mit einem Wärmeübergangskoeffizienten  $h$  proportional zu  $v^m$  und mit einem zweiten thermischen Übergangswiderstand  $R_I=\gamma \cdot v^{-m}$  mit  $\gamma$ =eine Konstante gewählt wird.
6. Das Verfahren nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass
- a) in einem ersten Verfahrensschritt diskrete Werte der Flussgeschwindigkeit ( $v_i$ ) gewählt und zugehörige Anstiegsverhalten  $P_i(t)$  der Heizleistung bestimmt werden, wobei  $i=1, 2, 3, \dots$  ein Index ist,
  - b) in einem zweiten Verfahrensschritt eine Schar von Kalibrationskurven (8) der Schwellwertzeit ( $t_s$ ) als Funktion der Flussgeschwindigkeit ( $v$ ) für die Anstiegsverhalten ( $P_i(t)$ ) bestimmt werden und
  - c) in einem dritten Verfahrensschritt aufgrund einer zuvor gemessenen Flussgeschwindigkeit oder aufgrund von a priori Information über die mutmassliche Flussgeschwindigkeit eine nach Massgabe einer gewünschten Messgenauigkeit für die Flussgeschwindigkeit ( $v$ ) und einer gewünschten Messdauer ( $t_s$ ) bevorzugte Kalibrationskurve (8) ausgewählt und zur

Bestimmung der Flussgeschwindigkeit (v) verwendet wird oder

d) in einem dritten Verfahrensschritt ausgehend von der Kalibrationskurve (8) zum niedrigsten Flussgeschwindigkeitswert ( $v_{i=1}$ ) sukzessive aufsteigend zu höheren Flussgeschwindigkeitswerten ( $v_{i>1}$ ) oder durch Abschätzung in einem Schritt eine nach Massgabe einer gewünschten Messgenauigkeit für die Flussgeschwindigkeit (v) und einer gewünschten Messdauer ( $t_s$ ) bevorzugte Kalibrationskurve (8) bestimmt wird und zur Bestimmung der Flussgeschwindigkeit (v) verwendet wird.

7. Das Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl und Verteilung der Kalibrationskurven (8) nach Massgabe einer gewünschten Messauflösung und eines gewünschten Messbereichs der Flussgeschwindigkeit (v) gewählt werden.

8. Das Verfahren nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass  $R_s/R_I < 1$ , vorzugsweise  $R_s/R_I < 0,1$  und besonders bevorzugt  $R_s/R_I < 0,01$ , und ein Heizleistungsfaktor  $P_0$  gewählt werden und die Schwellwertzeit ( $t_s$ ) als eine exakt lineare Funktion der Flussgeschwindigkeit (v) gemäss einer Gleichung  $t_s(v) = (T_s - T_F)^{1/m} \cdot (P_0 \cdot \gamma)^{-1/m} \cdot v$  berechnet wird, wobei  $\gamma$ =eine Konstante und  $T_F$ =eine ungestörte Fluidtemperatur ist.

9. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend ein Sensorelement (1) mit einem Heizmittel (1a) und einem Sensormittel (1b) zur thermischen Messung in einem Fluid (3) und eine Steuer- und Auswerteeinheit (2) mit einer Heizungssteuerung (2a) zur Erzeugung von Heizpulsen (7) für das Heizmittel (1a) und einer Messeinrichtung (2b) zur Auswertung der thermischen Messung und zur Bestimmung einer Flussgeschwindigkeit (v) oder eines Massenflusses aus einer strömungsabhängigen Schwell-

wertzeit ( $t_s$ ) bis zum Erreichen eines vorgegebenen Temperaturschwellwerts ( $T_s$ ) am Sensormittel (1b), dadurch gekennzeichnet, dass

- a) die Heizungssteuerung (2b) Mittel zur Erzeugung einer nichtkonstanten Heizleistung ( $P$ ) mit einem im wesentlichen sublinearen Anstiegsverhalten ( $P(t)$ ) als Funktion der Zeit ( $t$ ) umfasst und
- b) die Steuer- und Auswerteeinheit (2) Mittel zur zumindest teilweisen Kompensation eines nichtlinearen Verhaltens der Schwellwertzeit ( $t_s$ ) als Funktion der Flussgeschwindigkeit ( $v$ ) aufweist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) die Steuer- und Auswerteeinheit (2) Hardware und/oder Software zur Erzeugung eines Anstiegsverhaltens ( $P(t)$ ) proportional zu  $t^m$  und/oder zu einem zeitunabhängigen Amplitudenfaktor  $(1+R_s/R_I)^{-1}$  aufweist, wobei  $t$ =eine Zeitvariable,  $m$ =ein von einer Reynoldszahl des Fluids (3) abhängiger Exponent,  $R_s$ =ein erster thermischer Übergangswiderstand zwischen dem Heizmittel (1b) und einer Oberfläche (10) des Sensorelements (1),  $R_I=(h \cdot A)^{-1}$  ein zweiter thermischer Übergangswiderstand zwischen einer Oberfläche (10) des Sensorelements (1) und dem Fluid (3),  $h$ =ein strömungsabhängiger Wärmeübergangskoeffizient zwischen dem Sensorelement (1) und dem Fluid (3) und  $A$ =eine Kontaktoberfläche zwischen dem Sensorelement (1) und dem Fluid (3) ist und/oder
- b) die Steuer- und Auswerteeinheit (2) Kalibrierungsmittel (2c) zur Ausführung des ersten und zweiten Verfahrensschritts gemäss Anspruch 6 aufweist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9-10, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) das Sensorelement (1) einen elektrischen Heizdraht (1a, 1b) mit einem temperaturabhängigen Widerstand

aufweist, der zugleich als Heizmittel (1a) und als Sensormittel (1b) betreibbar ist und/oder

b) das Sensorelement (1) eine Wärmekapazität  $C_s$  und einen ersten thermischen Übergangswiderstand  $R_s$  zwischen dem Heizmittel (1b) und einer Oberfläche (10) des Sensorelements (1) aufweist, wobei die Schwellwertzeit oder Messdauer  $t_s > C_s \cdot R_s$ , insbesondere  $t_s > 10 \cdot C_s \cdot R_s$ , ist und/oder

c) das Sensorelement (1) eine zylindrische Gestalt mit einem Durchmesser (d) hat und bei seitlicher Anströmung durch das Fluid (3) mit der Flussgeschwindigkeit (v) näherungsweise einen strömungsabhängigen Wärmeübergangskoeffizienten  $h = \lambda / d \cdot 1,11 \cdot C \cdot Pr^{0,31} \cdot Re^m$  aufweist, wobei  $\lambda$ =eine Wärmeleitfähigkeit des Fluids (3), C=ein Parameter und m=ein Exponent, die von einer Reynoldszahl  $Re$  des Fluids (3) abhängen, und  $Pr$ =eine Prandtlzahl des Fluids (3).

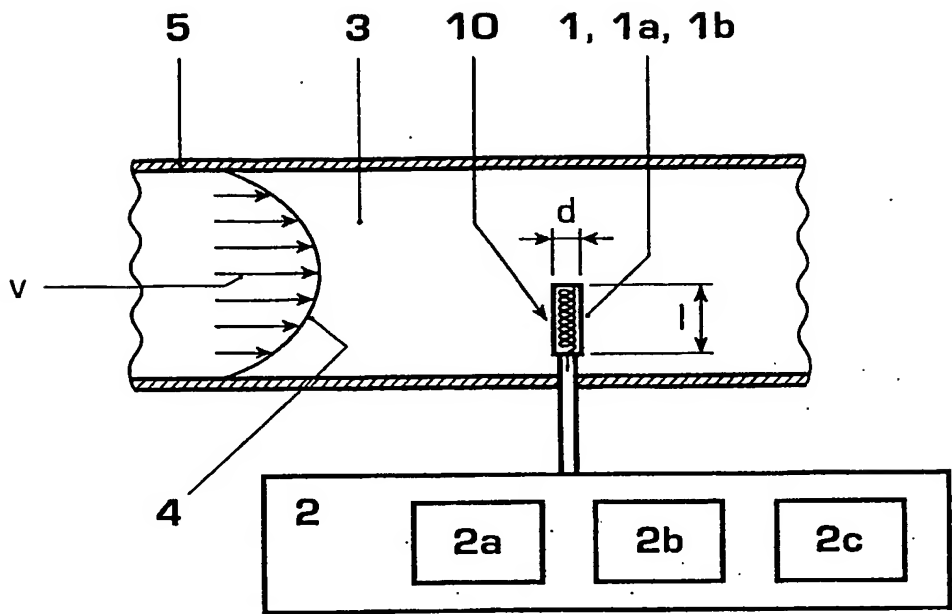


Fig. 1

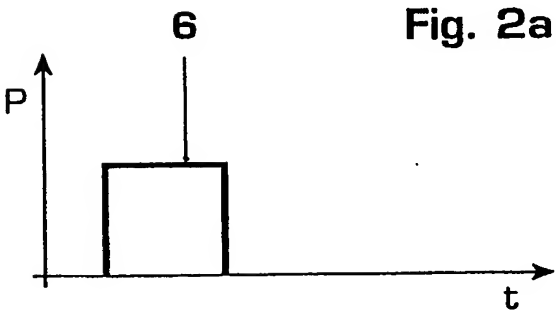


Fig. 2a

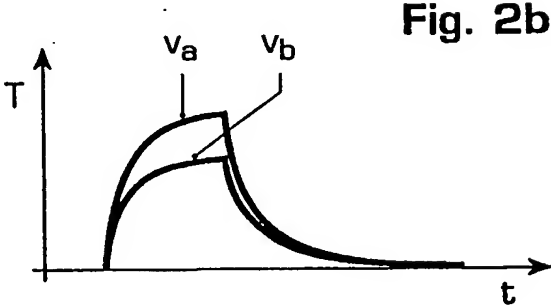


Fig. 2b

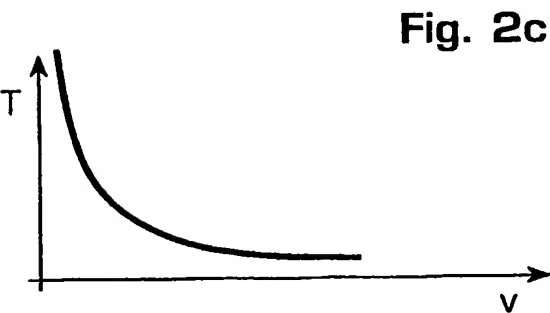


Fig. 2c

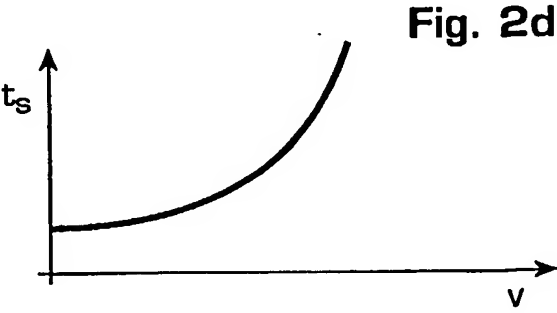


Fig. 2d

2 / 2

Fig. 3a

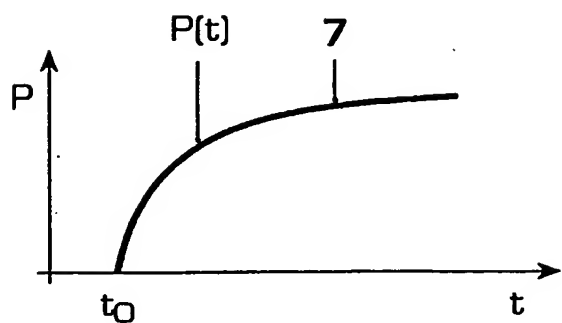


Fig. 3b

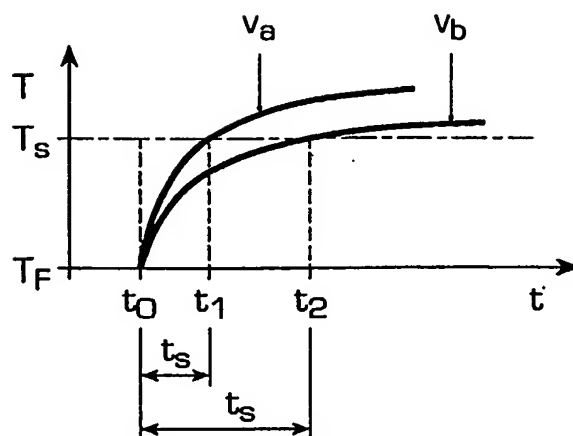


Fig. 3c

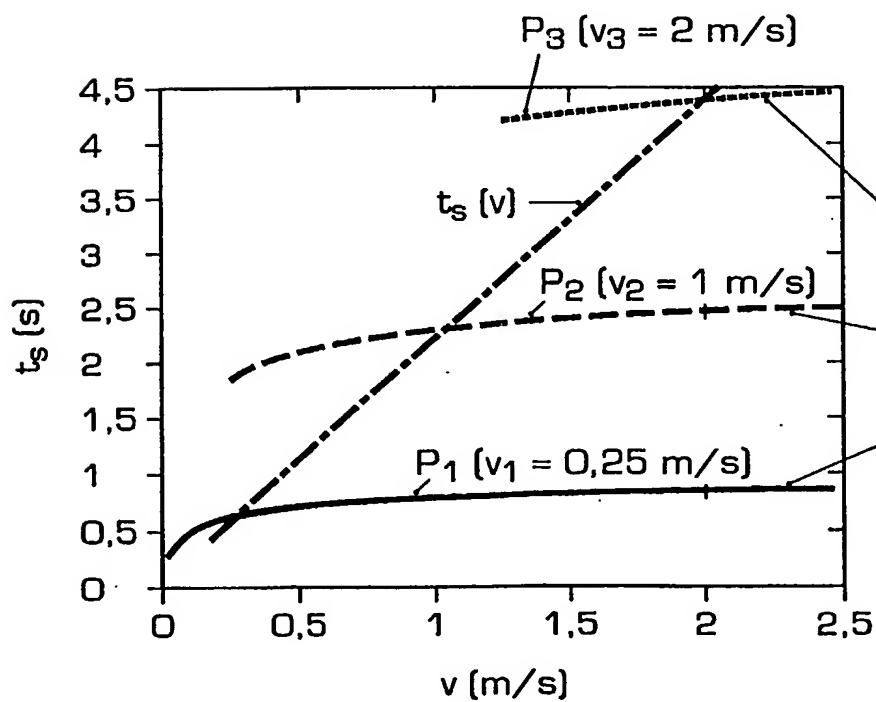
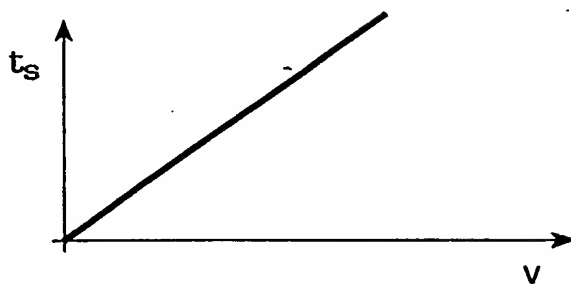


Fig. 4

8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/CH 000005

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01F1/698

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 698 786 A (RICOH SEIKI CO LTD) 28 February 1996 (1996-02-28) column 25, line 35 -column 32, line 24; figures 38A, 38B -----	1, 2, 9



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*8\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 March 2003

Date of mailing of the international search report

21/03/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boerrigter, H

In non patent family members

PCT/CH 000005

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/CH 000005

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01F1/698

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 698 786 A (RICOH SEIKI CO LTD) 28. Februar 1996 (1996-02-28) Spalte 25, Zeile 35 - Spalte 32, Zeile 24; Abbildungen 38A, 38B -----	1, 2, 9

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. März 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/03/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Boerrigter, H

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen,

den Patentfamilie gehören

Internationaler Zeichen

PCT/CH 00005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0698786 A	28-02-1996	EP 0698786 A1	28-02-1996